

УДК 332.012.2+332.1

Л.А. Серков<sup>1</sup>*Институт экономики Уральского отделения РАН,  
г. Екатеринбург, Россия*

## АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОЙ К НЕСТРУКТУРНЫМ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЯМ МОНЕТАРНОЙ И ФИСКАЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ ПРИ ИХ КООПЕРАЦИОННОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ

**Аннотация.** Поиск устойчивой к неопределенности фискальной и монетарной политики, не приводящей к отрицательным последствиям при любых возможных искажениях спецификации экономической модели, является особенно актуальным при разработке динамических моделей. При этом представляет научный и практический интерес влияние степени доминирования монетарных и фискальных властей друг над другом на устойчивость политики. В данной публикации на примере неокейнсианской модели исследовано влияние степени сотрудничества Центробанка и правительства на устойчивость политики. При исследовании проблемы устойчивости к неопределенностям фискальной и монетарной политики использовались экономико-математические методы и методы компьютерного моделирования. Установлено, что скоординированное взаимодействие фискальной и монетарной власти для режима с обязательствами и для дискреционного режима эффективно лишь при большей переговорной силе Центрального банка. Это справедливо как для модели с наихудшим сценарием, так и для модели с устойчивой к неопределенностям политики. Для режима с обязательствами увеличение степени доминирования правительства приводит в основном к искажениям отклика госрасходов на шок инфляционных издержек. С увеличением степени доминирования правительства в сотрудничестве с Центральным банком при дискреционной политике роль искажений, вносимых в стандартную модель, уменьшается. При режиме с обязательствами и при дискреционной политике искажения, вносимые в стандартную модель при шоках спроса, минимальны. Полученные результаты могут использоваться при анализе крупномасштабных динамических стохастических моделей. Сделан вывод, о том, что при анализе монетарной и фискальной политики в макроэкономических динамических моделях, следует принимать во внимание полученные в данной статье результаты по разработке устойчивой к неструктурным неопределенностям политики.

**Ключевые слова:** робастность; фискальная и монетарная политика; неструктурные неопределенности.

### Введение

Любая экономико-математическая модель предполагает определенную степень аппроксимации и формализации. Вследствие этого невозможно быть абсолютно уверенным в описательной и прогнозной силе конкретной модели, что отражает так называемую проблему неопределенности относительно истинной структуры экономики. Поэтому особенно актуальным является поиск устойчивой к неопределенности политики, не приводящей к отрицательным

последствиям при любых возможных искажениях спецификации экономической модели.

Все возможные варианты неопределенности в работах по моделированию экономики представлены в работах L.P. Hansen, T.J. Sargent [1–4] и могут быть более или

<sup>1</sup> Серков Леонид Александрович – кандидат физико-математических наук, доцент, старший научный сотрудник Института экономики Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург, Россия (620014, г. Екатеринбург, ул. Московская, 29); e-mail: dsge2012@mail.ru.

менее строго разделены на две группы. Первая включает в себя «неструктурные» неопределенности, при которых общая структура модели принимается неизменной, но допускается неопределенность в отношении истинных значений структурных параметров. Вторая группа принимает в расчет более строгую степень неопределенности – «структурную» неопределенность, при которой подвергаются сомнению такие ключевые характеристики модели, как характер формирования ожиданий, наличие микроэкономических обоснований, лаговая структура переменных. Таким образом, при такой степени неопределенности считается, что истинная экономика существенно отличается от базовой модели. При этом методы анализа этих двух групп неопределенностей существенно отличаются. При исследовании неструктурных неопределенностей политик или экономист оперирует единственной базовой моделью экономики. Истинная экономика может отличаться от базовой модели, но политик верит, что все возможные отличия принадлежат некоторому заранее известному набору похожих, но не идентичных моделей. При анализе структурной неопределенности, напротив, предполагается исследование не одной базовой модели, а целого набора различных, «конкурирующих» моделей.

Среди работ, посвященных моделированию поиска устойчивой политики, рассматриваются лишь действия Центробанка и разработка, соответственно, устойчивой к неструктурным неопределенностям монетарной политики. При этом анализируется политика Центробанка по сглаживанию ценовых шоков [1–4]. Взаимодействие монетарных и фискальных властей при этом игнорируется. Тем не менее представляет интерес исследование влияния этого взаимодействия на устойчивость монетарной и фискальной политик. Поэтому целью предлагаемой публикации является анализ

устойчивости к неструктурным неопределенностям фискальной и монетарной политик при кооперационном взаимодействии монетарных и фискальных властей. При этом исследуется совместная политика Центробанка и правительства по сглаживанию влияния не только ценовых, но и шоков спроса на поведение модели.

При моделировании поиска устойчивой политики в предлагаемой публикации применяется подход, впервые использованный L.P. Hansen, T.J. Sargent [4] и названный ими как робастный контроль. В рамках этого подхода допускается, что Центральный банк и правительство (применительно к предлагаемой модели) оперируют базовой моделью экономики, но опасаются ошибок спецификации. Поэтому они допускают возможность некоторых искажений модели по сравнению с моделью реальной экономики. Предполагается, что эти искажения в модель привносятся в виде дополнительных шоков  $v_{t+s}'$ , прибавляемых к обычным статистическим ошибкам исследуемой модели неким дополнительным так называемым недоброжелательным агентом.

Задачей этого агента является максимизация потерь общества при условии  $E_t \sum_{s=1}^{\infty} \beta^s v_{t+s} v_{t+s}' \leq \zeta$ , где  $\zeta$  – общая величина возможной ошибки спецификации. Приведенное ограничение представляет собой допустимый набор искажений (неструктурных неопределенностей). Таким образом, обобщая вышесказанное, поиск устойчивой политики можно представить как одновременную игру с нулевой суммой между недоброжелательным агентом и скоординированными действиями Центрального банка и правительства, выступающими в роли одного игрока. Подход к исследованию искажений с позиций теории игр представлен в работах P. Levine [5, 6]. Среди работ отечественных авторов в области анализа робастности в динамических моде-

лях отметим работы В.В. Маевского [7] и О.С. Кузнецовой [8].

В предлагаемой публикации численно решается программа робастного контроля в формулировке Р. Giordani, Р. Soderlind [9]. Программа предполагает использование минимаксного критерия (функция потерь)

$$\min_{\{u\}} \max_{\{v\}} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t (x_t' Q x_t + u_t' R u_t + 2x_t' U u_t - \theta v_{t+1}' v_{t+1}), \quad (1)$$

при условии

$$\begin{bmatrix} x_{1t+1} \\ E_t x_{2t+1} \end{bmatrix} = A \begin{bmatrix} x_{1t} \\ x_{2t} \end{bmatrix} + B u_t + C(\varepsilon_{t+1} + v_{t+1}),$$

где  $x_1$  – вектор преддетерминированных переменных исследуемой модели (размерностью  $n1 \times 1$ );  $x_2$  – вектор так называемых вперед смотрящих переменных (в дальнейшем просто впередсмотрящих переменных) ( $n2 \times 1$ );  $x_t'$  – объединенный вектор переменных ( $x_{1t}', x_{2t}'$ ) ( $(n1 + n2)$ );  $u_t$  – вектор инструментов Центрального банка и правительства ( $k \times 1$ );  $\varepsilon_{t+1}$  – вектор шоков исследуемой модели ( $(n1 + n2) \times 1$ );  $v_{t+1}$  – вектор шоков, приносимых недоброжелательным агентом ( $(n1 + n2) \times 1$ );  $Q, R, U$  – в общем случае матрицы минимаксного критерия (функции потерь),  $A, B, C$  – матрицы уравнений исследуемой модели,  $E_t$  – оператор ожиданий. Следует отметить, что оператор ожиданий в модели робастного контроля не соответствует оператору ожиданий в стандартной модели рациональных ожиданий. В программе (1)  $n1$  – число преддетерминированных переменных,  $n2$  – число впередсмотрящих переменных,  $k$  – число инструментов монетарной и фискальной политик. Параметр  $\theta$  представляет собой набор всех возможных отклонений базовой модели от истинной экономики. При малых значениях параметра  $\theta$  этот набор велик, при больших значениях  $\theta$  возможны лишь ограниченные искажения. Случай  $\theta \rightarrow \infty$  соответствует

стандартной модели оптимального контроля без учета ошибок спецификации.

### Модель и постановка задачи

В качестве исследуемой модели использовалась модифицированная стилизованная неокейнсианская модель R. Clarida, J. Gali, M. Gertler (CGG-модель) [10–12] с учетом государственного долга. Уравнения модели выглядят следующим образом (в формате программы (1))

$$E_t x_{t+1} = x_t + \gamma(i_t - E_t \pi_{t+1}) - ab_t - e_{1t}, \quad (2)$$

$$\beta E_t \pi_{t+1} = \pi_t - \alpha x_t - e_{2t}, \quad (3)$$

$$b_{t+1} = b_t + \kappa i_t + g_t - \pi x_t + e_{3t}. \quad (4)$$

В уравнениях (1) – (3) переменная  $x_t$  – разрыв выпуска (разность между фактическим и потенциальным объемом производства),  $\pi_t$  – инфляция,  $i_t$  – номинальная процентная ставка,  $b_t$  – государственный долг (долговые обязательства). Все переменные, кроме процентной ставки, выражены в логлинеаризованном виде – в виде логарифма отклонений переменных от стационарного долгосрочного состояния. Процентная ставка  $i_t$  выражена в абсолютном отклонении от стационарной ставки. Экзогенные шоки  $e_{1t}$ ,  $e_{2t}$  являются серийно-коррелированными, шок  $e_{3t}$  – является белым шумом

$$e_{1t} = \rho_1 e_{1t-1} + \varsigma_{1t}, \quad (5)$$

$$e_{2t} = \rho_2 e_{2t-1} + \varsigma_{2t}, \quad (6)$$

$$e_{3t} \sim N(0, \sigma_3^2), \quad (7)$$

где  $\rho_1, \rho_2$  – коэффициенты автокорреляции,  $\varsigma_{1t}, \varsigma_{2t} \sim N(0, \sigma_1^2, \sigma_2^2)$ .

Уравнение (2) – уравнение совокупного спроса (IS – уравнение), уравнение (3) – уравнение неокейнсианской кривой

Филлипса, отражающее жесткость цен, уравнение (4) описывает зависимость долговых обязательств от всех переменных. Несмотря на то, что уравнения (2) – (6) описывают низкоразмерную модель, все параметры этой модели имеют микроэкономическое обоснование. В частности, в уравнении (2) параметр  $\gamma = (1 - s_g)/\chi$ , где  $s_g$  – доля госрасходов в объеме выпуска,  $\chi$  – параметр, обратный эластичности межвременного замещения, экзогенный шок  $e_{1t} = s_g(g_t - E_t g_t + 1)$  является шоком спроса. Слагаемое  $ab_t$  в уравнении (2) обусловлено сепарабельностью функции полезности домашних хозяйств модели CGG и включением в нее функции, связанной с государственным долгом. При этом параметр  $a = C / (1 - s_g)$ , где  $C$  – стационарный уровень потребления. Обоснование параметра  $\alpha$  в уравнении (3) подробно описано в [10]. Экзогенный шок  $e_{2t}$  является шоком инфляционных издержек. Уравнение (4) аналогично уравнению, полученному Т. Kirsanova, S. Stehn, D. Vines в работе [13] при логлинеаризации уравнения накопления государственного долга

$$B_t = (1 + i_t)(B_{t-1} + G_{t-1} - \tau Y_{t-1}), \quad (8)$$

где  $\tau$  – налоговая ставка, переменные госдолга  $B_t$ , госрасходов  $G_t$ , объема выпуска  $Y_t$  выражены в абсолютных единицах. Экзогенный шок  $e_{3t}$  в уравнении (4) – шок госдолга.

Оценка параметров модели, описываемой уравнениями (2) – (6) осуществлялась методом калибровки. Значения параметров с учетом их микроэкономического обоснования приняты следующими:

$$\begin{aligned} \gamma &= 1; a = 0.2; \alpha = 0.645; \\ \varpi &= 0.3; \kappa = 0.3, \beta = 0.98; \\ \rho_1 &= \rho_2 = 0.8; \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = 1. \end{aligned}$$

В предлагаемой публикации рассматриваются два альтернативных режима скоор-

динированной монетарной и фискальной политики. При дискреционном режиме, абстрагируясь от действий недоброжелательного агента, Центральный банк и правительство действуют оптимально в каждом периоде, принимая как данность текущее состояние экономики и ожидания частного сектора. Другой режим – это режим с обязательствами. При этом режиме Центральный банк и правительство могут давать достоверные обещания о том, что они будут делать в будущем. Посредством обещаний совершить определенные действия в будущем Центральный банк и правительство могут оказывать влияние на ожидания общества (частного сектора и домашних хозяйств). Режим с обязательствами и режим дискреционной политики для стандартных моделей без учета неопределенностей описан в работах К. Волш [14], М. Woodford [15]. Принимая во внимание действия недоброжелательного агента, вышеназванные режимы модифицируются.

Отметим, что взаимодействие фискальной и монетарной политики в стандартных моделях без учета неопределенностей исследовалось в работах М. Fragetta, Т. Kirsanova [16], А. Dixit, L. Lambertini [17], S. Schmitt-Grohe, М. Uribe [18, 19]. Учет неопределенностей при взаимодействии фискальной и монетарной политики приводит к решению программы робастного контроля и анализу двух различных вариантов развития событий. Первый вариант, когда недоброжелательный агент использует все доступные ему ресурсы для воздействия на модель, называется наихудшей реализацией. Модель, соответствующая этому варианту, называется *W*-модель (worst case model). Второй вариант соответствует ситуации, когда Центральный банк и правительство руководствуются такой же политикой и таким же механизмом формирования ожиданий, что и в первом случае, но при этом недоброжелательный агент не

предпринимает никаких действий, т. е.  $v_{t+1}$  в (1) равно нулю. Модель, соответствующая этому варианту, называется аппроксимирующей моделью (*A*-модель) или моделью устойчивой к неопределенности политики.

Детальный алгоритм решения программы робастного контроля (1) для политики с обязательствами (политики по правилам) и дискреционной политики (политики по обстоятельствам) подробно представлен в работе Р. Giordani, Р. Soderlind [9] и ввиду специфики формата публикации не приводится. Приведем только общий вид решения. В общем виде решение программы (1) для модели с впередсмотрящими переменными можно записать в виде [9]

$$\begin{bmatrix} x_{1t+1} \\ \varphi_{2t+1} \end{bmatrix} = M \begin{bmatrix} x_{1t} \\ \varphi_{2t} \end{bmatrix} + C\varepsilon_{t+1}; \quad (9)$$

$$\begin{bmatrix} x_{2t} \\ u_t \\ v_{t+1} \\ \varphi_{1t} \end{bmatrix} = N \begin{bmatrix} x_{1t} \\ \varphi_{2t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} N1 \\ N2 \\ N3 \\ N4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{1t} \\ \varphi_{2t} \end{bmatrix}, \quad (10)$$

где  $\varphi_{1t}$ ,  $\varphi_{2t+1}$  – множители Лагранжа,  $\varphi_{20} = 0_{n2 \times 1}$ ,  $\varepsilon_{t+1}$  – вектор экзогенных шоков,  $M, N, C$  – соответствующие матрицы. Для режима дискреционной политики  $\varphi_{2t} = 0$  при всех  $t$ . Уравнения (9) – (10) описывают динамику модели с наихудшим сценарием. Динамика аппроксимирующей модели описывается уравнениями

$$\begin{bmatrix} x_{1t+1} \\ \varphi_{2t+1} \end{bmatrix} = M \begin{bmatrix} x_{1t} \\ \varphi_{2t} \end{bmatrix} + C\varepsilon_{t+1}, \quad (11)$$

где

$$M = P^{-1}(A - BF_u - BF_v)P, \quad (12)$$

$$P = \begin{bmatrix} I & 0 \\ n1 & n2 \\ & N1 \end{bmatrix}.$$

$$\begin{bmatrix} u_t \\ v_{t+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} N2 \\ N3 \end{bmatrix} P^{-1} \begin{bmatrix} x_{1t} \\ x_{2t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -F_u \\ -F_v \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{1t} \\ x_{2t} \end{bmatrix}.$$

Полагая для аппроксимирующей модели  $F_v = 0_{n1 \times n}$  в (11), получим

$$\begin{bmatrix} x_{1t+1} \\ \varphi_{2t+1} \end{bmatrix} = M_a \begin{bmatrix} x_{1t} \\ \varphi_{2t} \end{bmatrix} + C\varepsilon_{t+1}, \quad (13)$$

где  $M_a = P^{-1}(A - BF_u)P$ . Значения  $x_{1t}$ ,  $x_{2t}$  определяются из соотношений (10) и (13).

Численное решение программы робастного контроля для режимов скоординированной монетарной и фискальной политики с обязательствами и дискреционной политики проводилось в п/п Matlab.

### Режим скоординированной монетарной и фискальной политики с обязательствами

Рассмотрим сначала режим скоординированной монетарной и фискальной политики с обязательствами. При режиме с обязательствами Центральный банк и правительство (планировщик), выступающие в роли одного игрока, принимают обязательство о поддержке монетарной и фискальной политики в будущем. Одновременно с ними недоброжелательный агент принимает обязательства о поддержке политики искажений в виде последовательности вектора  $\{v_{t+s}\}$ . Каждый игрок берет на себя обязательства, принимая действия другого игрока как заданные. Предполагается, что частный сектор и планировщик имеют одинаковые представления о функции потерь, стандартной (эталонной) модели (модели с рациональными ожиданиями) и набору всех возможных отклонений базовой модели от истинной экономики, характеризующему параметром  $\theta$ .

Для удобства вычислений перепишем программу робастного контроля (1) в виде [9]

$$\min_{\{u\}} \max_{\{v\}} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t (x_t' Q x_t + u_t^* R^* u_t^* + 2x_t' U^* u_t^*), \quad (14)$$

при условии

$$\begin{bmatrix} x_{1t+1} \\ E_t x_{2t+1} \end{bmatrix} = A \begin{bmatrix} x_{1t} \\ x_{2t} \end{bmatrix} + B^* u_t^* + C \varepsilon_{t+1}, \quad (15)$$

где

$$R^* = \begin{bmatrix} R & 0_{k \times n1} \\ 0_{n1 \times k} & -\theta I_{n1} \end{bmatrix},$$

$$u_t^* = \begin{bmatrix} u_t \\ v_{t+1} \end{bmatrix},$$

$$B^* = [B \quad C],$$

$$U^* = \begin{bmatrix} U & 0_{(n1+n2) \times n1} \end{bmatrix}, \quad (16)$$

при заданном значении  $x_{10}$ .

Применительно к модели, описываемой уравнениями (2) – (6),  $n1 = 3$

$(e_{1r}, e_{2r}, b_r)$ ,  $n2 = 2$  ( $x_r, \pi_r$ ),  $k = 2(i_r, g_r)$ . Центральный банк и правительство минимизируют функцию потерь, которая, как показали Р. Benigno, М. Woodford в работе [20], является линейно-квадратичной.

$$L = E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t ((1+\psi)\pi_t^2 + (\lambda_{YM} + \psi\lambda_{YF})y_t^2 + \lambda_{it}i_t^2 + \psi\lambda_{gF}g_t^2), \quad (17)$$

где  $\psi$  – степень сотрудничества или переговорная сила Центрального банка и правительства. Переговорная сила Центрального банка нормирована к единице, т.е. варьируемый параметр  $\psi$  характеризует относительную степень сотрудничества правительства с монетарными властями. При  $\psi > 1$  правительство доминирует в сотрудничестве, при  $\psi < 1$  монетарные власти играют более значительную роль в сотруд-

ничестве.  $\lambda_{YM}$ ,  $\lambda_{YF}$ ,  $\lambda_g$  – весовые множители в функции потерь для режимов без координации политик. Значения весовых множителей приняты следующими:

$$\lambda_{YM} = 0,5; \lambda_{YF} = 0,5; \lambda_i = 0,2; \lambda_g = 0,5.$$

Следует отметить также, что результаты решения программы робастного контроля зависят от выбора параметра  $\theta$ , характеризующего набор всех возможных отклонений базовой модели от истинной экономики. Величина этого параметра выбирается на основе задания вероятности выявления ошибки спецификации [9]. Основная идея этого подхода заключается в том, что модели из доступного набора не должны быть легкоразличимыми на основе имеющейся информации. То есть Центральный банк и правительство не могут с уверенностью определить, какая модель лежит в основе наблюдений. Исходя из вышеназванного определения модели с наихудшим сценарием ( $W$ -модель) и аппроксимирующей модели ( $A$ -модель), вероятность выявления ошибки спецификации

$$\pi(\theta) = \Pr(L_A > L_W | W) / 2 + \Pr(L_W > L_A | A) / 2, \quad (18)$$

где  $L_A$ ,  $L_W$  – функция максимального правдоподобия для аппроксимирующей модели и модели с наихудшим сценарием. Обозначения  $(\cdot|W)$  и  $(\cdot|A)$  соответствуют ситуациям, когда процесс генерации данных происходит с помощью  $W$ -модели и  $A$ -модели. Отметим, что 50 % вероятность выявления ошибки  $\pi(\theta)$  соответствует отсутствию предпочтений устойчивости (нулевая робастность), т.е. оптимальной политике в рамках стандартной модели с рациональными ожиданиями. В предлагаемой публикации все вычисления проводились при значении параметра  $\theta = 30$  и, соответственно,  $\pi(\theta) = 20$  %.

Влияние степени сотрудничества монетарных и фискальных властей при их



координации на эффект робастности исследовалось с помощью функций импульсного отклика переменных модели на положительные шоки инфляционных издержек и спроса. Рассмотрим сначала влияние шока инфляционных издержек на переменные модели (рис. 1, 2). Сравнение рис. 1 и рис. 2 показывает, что с увеличением параметра переговорной силы, т.е. при доминировании правительства в его сотрудничестве с Центральным банком, агрессивность недоброжелательного агента возрастает. Особенно это заметно при сравнении функций импульсного отклика государственных расходов  $g$  на шок издержек (правый нижний

график на рисунках). С увеличением параметра переговорной силы глубина реакции государственных расходов (в виде одномоментного отклика) на шок инфляционных издержек для модели с наихудшим сценарием и для аппроксимирующей модели возрастает (по сравнению с одномоментным откликом в стандартной модели с рациональными ожиданиями). При этом одномоментный отклик (в момент  $t = 0$ ) государственных расходов для аппроксимирующей модели и для модели с наихудшим сценарием совпадают. Величина одномоментного отклика разрыва выпуска, процентной ставки и инфляции на единичный шок

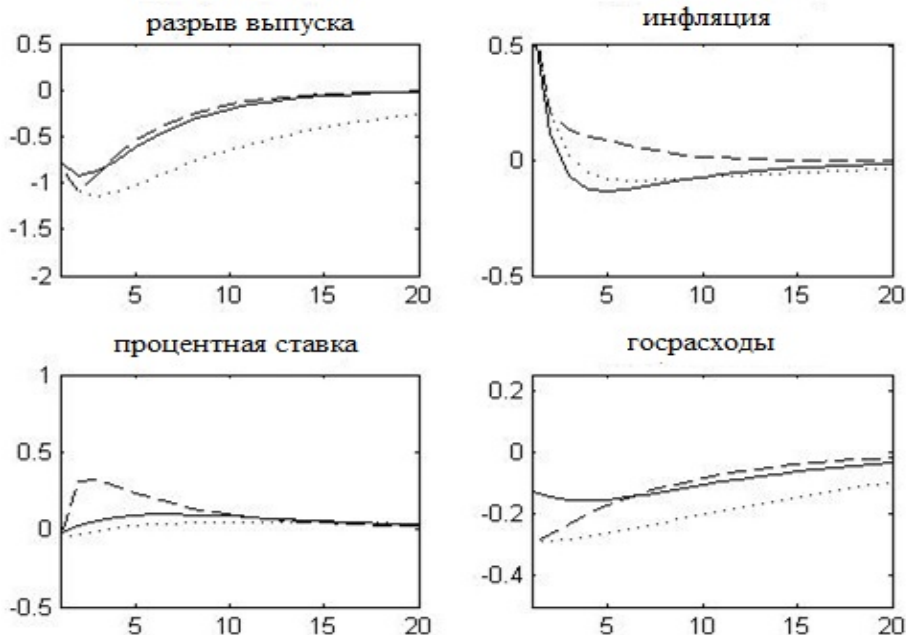


Рис. 1. Функции импульсного отклика на шок инфляционных издержек для разрыва выпуска, инфляции, номинальной процентной ставки и государственных расходов при режиме координации с обязательствами. Параметр  $\psi = 0,7$ . Значения остальных параметров указаны в тексте. Сплошная линия показывает решение для стандартной модели с рациональными ожиданиями. Пунктирная линия – решение для аппроксимирующей модели. Точечная линия – решение для  $W$ -модели (модели с наихудшим сценарием). Величина положительного шока инфляционных издержек равна одному стандартному отклонению

издержек с увеличением параметра переговорной силы для всех рассматриваемых моделей изменяется незначительно. Для всех этих переменных (кроме процентной ставки) одномоментный отклик для аппроксимирующей модели, для модели с наихудшим сценарием и для стандартной модели с рациональными ожиданиями совпадает. Действия недоброжелательного агента для вышеназванных переменных (кроме инфляции) и для переменной государственных расходов проявляются в повышенной персистентности (снижении степени затухания) шока инфляционных издержек для модели с наихудшим сценарием. Особенно

это заметно на рис. 2. при повышенной степени доминирования правительства.

Интересным фактом является то, что действия недоброжелательного агента для режима с обязательствами при влиянии шока спроса на исследуемые переменные модели никак не проявляются (рис. 3, 4). Функции импульсного отклика изучаемых переменных на шок спроса для стандартной, аппроксимирующей и модели с наихудшим сценарием совпадают. Это справедливо при всех значениях параметра переговорной силы. Данный факт можно объяснить различной природой шоков спроса и инфляционных издержек. Шоки

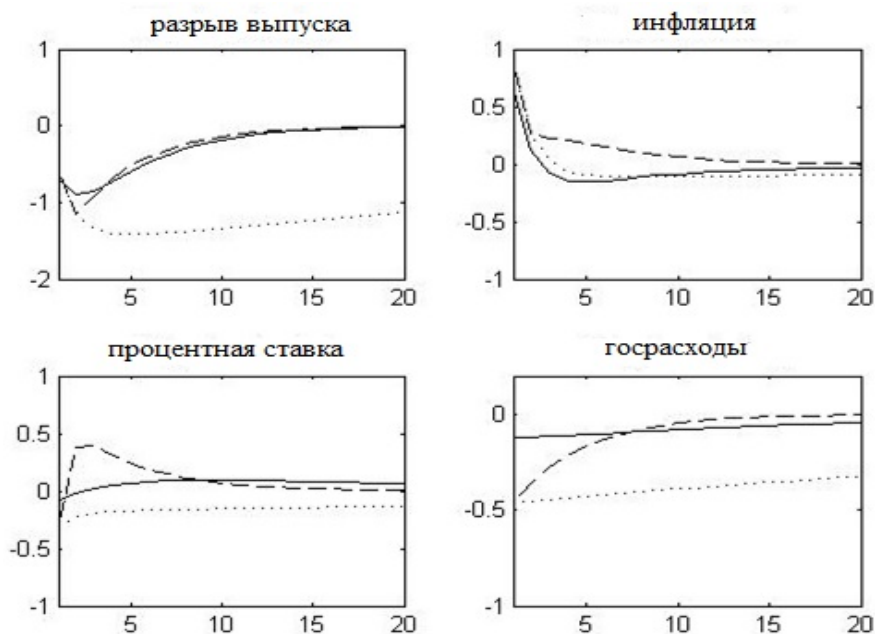


Рис. 2. Функции импульсного отклика на шок инфляционных издержек для разрыва выпуска, инфляции, номинальной процентной ставки и государственных расходов при режиме координации с обязательствами. Параметр  $\psi = 1,5$ . Значения остальных параметров указаны в тексте. Сплошная линия показывает решение для стандартной модели с рациональными ожиданиями. Пунктирная линия – решение для аппроксимирующей модели. Точечная линия – решение для W-модели (модели с наихудшим сценарием). Величина положительного шока инфляционных издержек равна одному стандартному отклонению



инфляционных издержек являются ценовыми, в отличие от шоков спроса, вызванных изменением денежной массы или совокупных расходов. Ввиду жесткости цен в неокейнсианских моделях агрессия недоброжелательного агента при реагировании на шок инфляционных издержек проявляется более явно (отчетливо) по сравнению с ее проявлением при реакции этого агента на шок спроса. Обязательства планировщика о поддержке монетарной и фискальной политики в будущем достаточны для подавления агрессии недоброжелательного агента при шоках спроса. Отметим также, что при доминировании правительства в его сотрудничестве с Центральным банком

одномоментный отклик госрасходов на шок спроса меньше, чем при доминировании Центробанка.

В табл. 1 приведены значения функции потерь для модели с наихудшим сценарием и для аппроксимирующей модели при различной вероятности выявления ошибки спецификации и при двух значениях параметра переговорной силы для режима с обязательствами. Результаты, приведенные в табл. 1, свидетельствуют, во-первых, что с увеличением вероятности выявления ошибки спецификации (увеличением параметра  $\theta$ ) значения функции потерь уменьшаются. Это является ожидаемым результатом. Во-вторых, с увеличением параметра

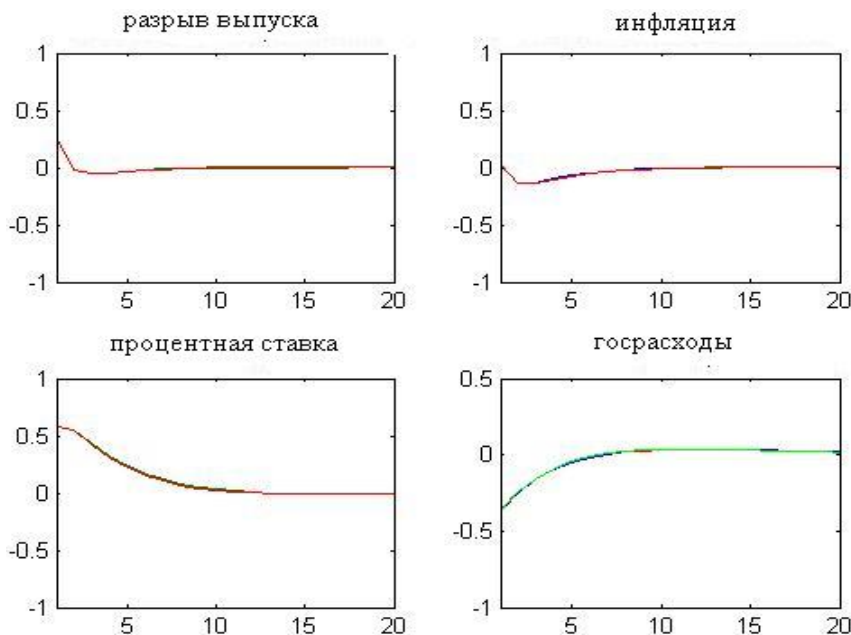


Рис. 3. Функции импульсного отклика на шок спроса для разрыва выпуска, инфляции, номинальной процентной ставки и государственных расходов при режиме координации с обязательствами. Параметр  $\psi = 0,7$ . Значения остальных параметров указаны в тексте. Сплошная линия показывает решение для стандартной модели с рациональными ожиданиями. Пунктирная линия – решение для аппроксимирующей модели. Точечная линия – решение для W-модели (модели с наихудшим сценарием). Величина положительного шока спроса равна одному стандартному отклонению

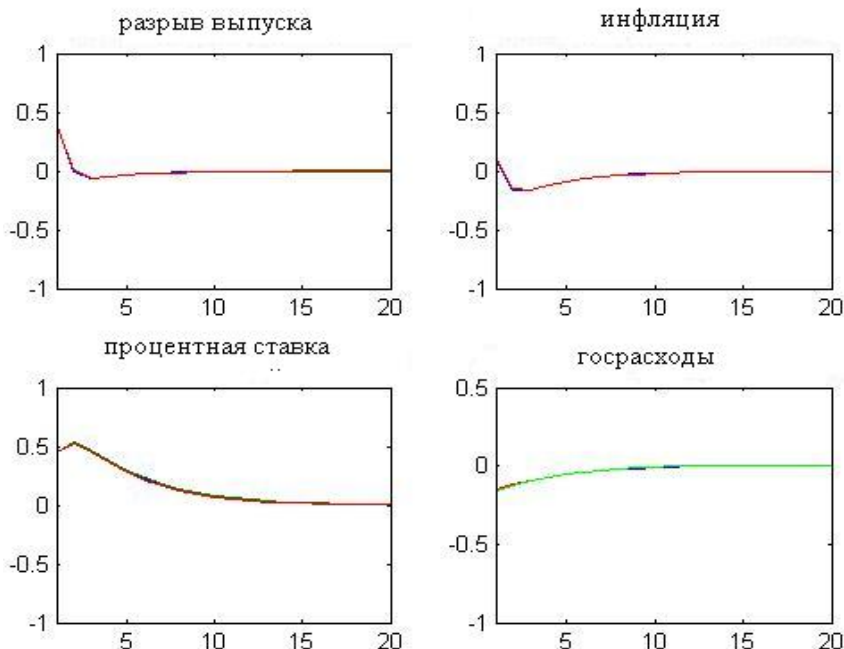


Рис. 4. Функции импульсного отклика на шок спроса для разрыва выпуска, инфляции, номинальной процентной ставки и государственных расходов при режиме координации с обязательствами.

Параметр  $\psi = 1,5$ . Значения остальных параметров указаны в тексте. Сплошная линия показывает решение для стандартной модели с рациональными ожиданиями. Пунктирная линия – решение для аппроксимирующей модели. Точечная линия – решение для W-модели (модели с наихудшим сценарием). Величина положительного шока спроса равна одному стандартному отклонению

Таблица 1

Значения функции потерь для модели с наихудшим сценарием и для аппроксимирующей модели при различной вероятности выявления ошибки спецификации и при двух значениях параметра переговорной силы. Режим с обязательствами

| Вероятность выявления ошибки спецификации | Значение функции потерь для модели с наихудшим сценарием | Значение функции потерь для аппроксимирующей модели |
|---|--|---|
| $\psi = 0,7$                              |  |   |
| 0,0150                                    | 323,69   | 267,8   |
| 0,15                                      | 287,69   | 250,9   |
| 0,2860                                    | 266,35   | 243,58  |
| 0,4010                                    | 251,2  | 240,37  |
| $\psi = 1,5$                              |  |   |
| 0,0150                                    | 516,07   | 376,38  |
| 0,15                                      | 357,08   | 291,7   |
| 0,2860                                    | 313,36   | 276,59  |
| 0,4010                                    | 287,87   | 271,31  |

переговорной силы (при увеличении степени доминирования правительства при его координации с Центральным банком) потери также возрастают. Это справедливо как для модели с наихудшим сценарием, так и для аппроксимирующей модели. Данный факт подчеркивает, что скоординированное взаимодействие фискальной и монетарной власти для режима с обязательствами эффективно лишь при большей переговорной силе Центрального банка. Это справедливо для всех возможных отклонений базовой модели от истинной экономики.

### Режим скоординированной дискреционной монетарной и фискальной политики

Как уже отмечалось выше, при дискреционном режиме Центральный банк и правительство действуют оптимально в каждом периоде, принимая как данность текущее состояние экономики и ожидания частного сектора. При этом, абстрагируясь от поведения недоброжелательных агентов, основные действия Центрального банка и правительства (в дальнейшем планировщика), с одной стороны, и частного сектора – с другой заключаются в следующем.

1. В момент времени  $t$  частный сектор наблюдает переменные  $x_{1t}$  и формирует ожидания относительно впередсмотрящих переменных  $E_t^a x_{2t+1} = K_{t+1} E_t^a x_{1t+1}$ , где  $E_t^a$  – ожидания агентов в период времени  $t$ . Планировщик принимает решения после принятия решений частным сектором, так что матрица  $K_{t+1}$  включает в себя предполагаемые поведенческие функции планировщика.

2. В момент времени  $t$  планировщик наблюдает переменные  $x_{1t}$  и матрицу  $K_{t+1}$  и принимает решение в виде поведенческой функции  $u_t = -F_{ut} x_{1t+1}$  для минимизации функции потерь (12) по отношению к уравнениям модели (2) – (6) (как и для режима с обязательствами) и при ожиданиях частного сектора  $E_t^a x_{2t+1} = K_{t+1} E_t^a x_{1t+1}$ .

3. При равновесии матрица ожиданий частного сектора  $K_{t+1}$  совпадает с математическим ожиданием. При этом поведенческая функция  $u_t = -F_{ut} x_{1t+1}$  является функцией планировщика при заданном значении  $K_{t+1}$ .

При наличии неопределенностей недоброжелательный агент вмешивается в действия планировщика и при этом вышеприведенный алгоритм модифицируется. Во-первых, матрица  $K_{t+1}$  включает в себя предполагаемые поведенческие функции планировщика и недоброжелательного агента (частные агенты разделяют «озабоченность» планировщика относительно неопределенностей). Во-вторых, недоброжелательные агенты принимают решения в виде поведенческой функции  $v_{t+1} = -F_{vt} x_{1t}$  (одновременно с действиями планировщика) для максимизации функции потерь как по отношению к уравнениям модели (2) – (6) (как и планировщик), так и по отношению к ограничению  $E_t \sum_{s=1}^{\infty} \beta^s v_{t+s} v'_{t+s} \leq \zeta$ .

Рис. 5, 6 демонстрируют влияние степени сотрудничества монетарных и фискальных властей при дискреционной политике на эффект робастности для функций импульсного отклика на шок инфляционных издержек. Сравнение рис. 5 и рис. 6 показывает, что при дискреционной политике и доминировании монетарных властей ( $\psi = 0,7$ ) агрессивность недоброжелательного агента проявляется в увеличении глубины реакции (одномоментного отклика) переменных инфляции и госрасходов на шок инфляционных издержек по сравнению с одномоментным откликом в стандартной модели с рациональными ожиданиями. Действия недоброжелательного агента для переменных разрыва выпуска и процентной ставки (в меньшей степени) проявляются в повышенной персистентности (снижении степени затухания) шока издержек для модели с наихудшим сценарием.

рием (по сравнению с персистентностью шока издержек в стандартной модели с рациональными ожиданиями). При дискреционной политике и доминировании фискальных властей ( $\psi = 1,5$ ) агрессивность недоброжелательного агента проявляется в увеличении глубины реакции (одномоментного отклика) для инфляции и уменьшении величины одномоментного отклика для разрыва выпуска по сравнению с одномоментным откликом в стандартной модели с рациональными ожиданиями (рис. 6). То есть ошибки спецификации исследуемой

модели при доминировании фискальных властей нивелируют действие шока инфляционных издержек на разрыв выпуска. На переменные госрасходов (в отличие от политики с обязательствами) и процентной ставки действия недоброжелательного агента не распространяются.

Рис. 7, 8 демонстрируют влияние степени сотрудничества монетарных и фискальных властей при дискреционной политике на эффект робастности для функций импульсного отклика на шок спроса. Действия недоброжелательного агента прояв-

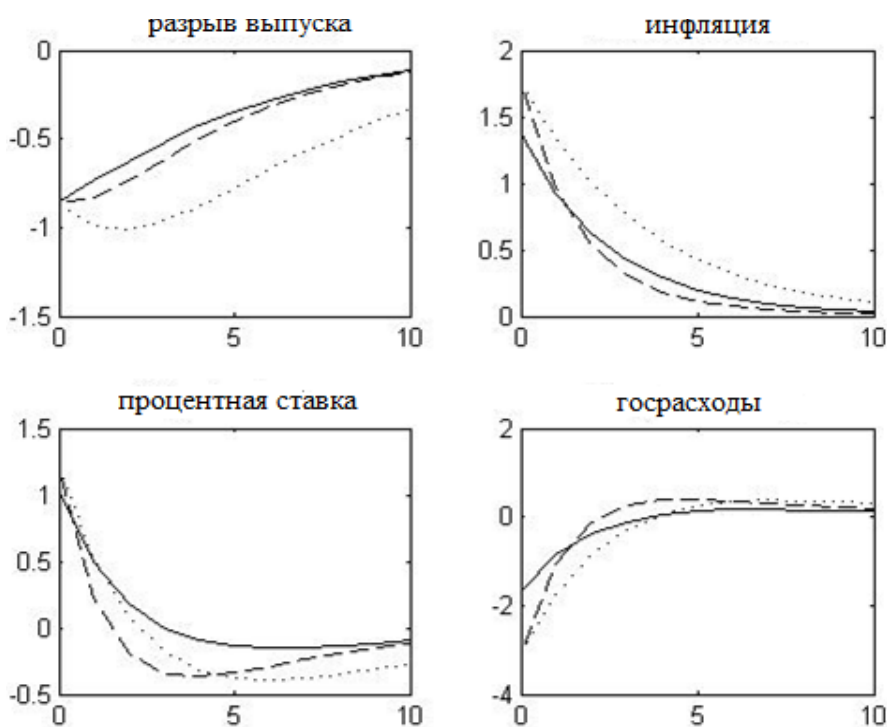


Рис. 5. Функции импульсного отклика на шок инфляционных издержек для разрыва выпуска, инфляции, номинальной процентной ставки и государственных расходов при режиме координации с дискреционной политикой. Параметр  $\psi = 0,7$ . Значения остальных параметров указаны в тексте. Сплошная линия показывает решение для стандартной модели с рациональными ожиданиями. Пунктирная линия – решение для аппроксимирующей модели. Точечная линия – решение для W-модели (модели с наихудшим сценарием). Величина положительного шока инфляционных издержек равна одному стандартному отклонению

ляются в этом случае более отчетливо, чем при политике с обязательствами. Особенно это заметно при доминировании Центрального банка в сотрудничестве с правительством (рис. 7). Персистентность шоков на рис. 7, 8 практически одинакова для всех рассматриваемых моделей. Отличием является то, что одномоментный отклик на шок спроса для инфляции и разрыва выпуска при доминировании правительства больше, чем при доминировании Центробанка при их координации.

В табл. 2 приведены значения функции потерь для модели с наихудшим сценари-

ем и для аппроксимирующей модели при различной вероятности выявления ошибки спецификации и при двух значениях параметра переговорной силы для режима дискреционной политики. С увеличением параметра переговорной силы (при увеличении степени доминирования правительства при его координации с Центральным банком) потери возрастают. Этот результат аналогичен результату для режима с обязательствами. Это справедливо как для модели с наихудшим сценарием, так и для аппроксимирующей модели. Данный факт подчеркивает, что скоординированное вза-

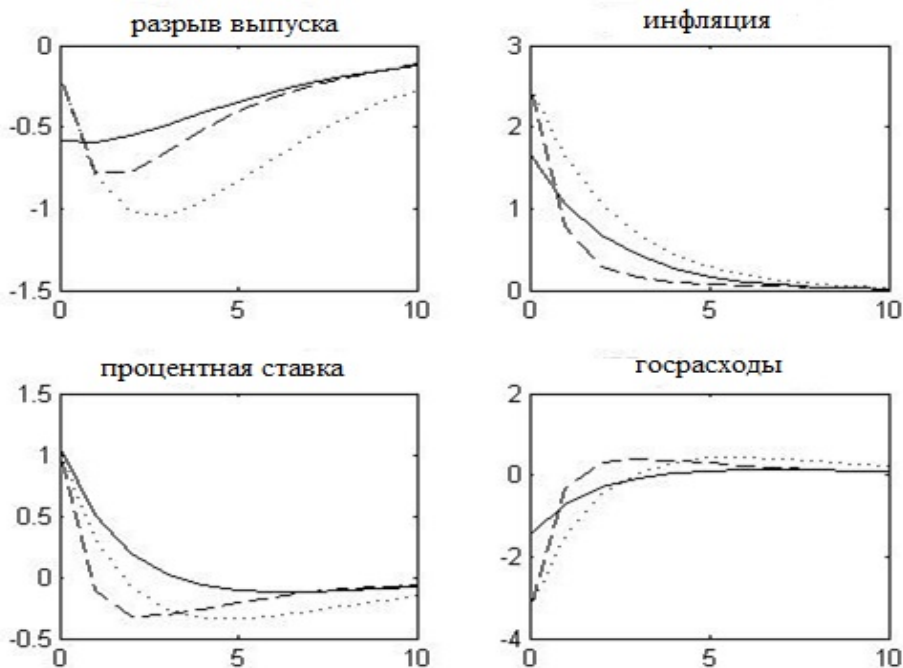


Рис. 6. Функции импульсного отклика на шок инфляционных издержек для разрыва выпуска, инфляции, номинальной процентной ставки и государственных расходов при режиме координации с дискреционной политикой. Параметр  $\psi = 1,5$ . Значения остальных параметров указаны в тексте. Сплошная линия показывает решение для стандартной модели с рациональными ожиданиями. Пунктирная линия – решение для аппроксимирующей модели. Точечная линия – решение для W-модели (модели с наихудшим сценарием). Величина положительного шока инфляционных издержек равна одному стандартному отклонению

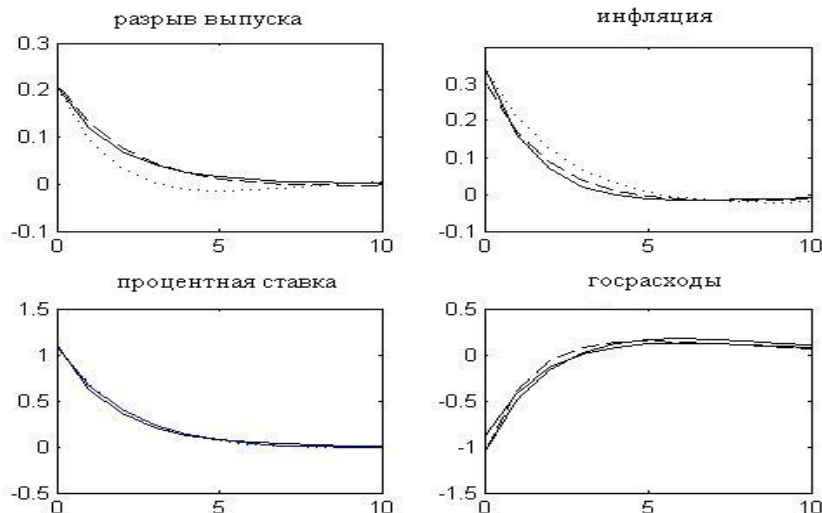


Рис. 7. Функции импульсного отклика на шок спроса для разрыва выпуска, инфляции, номинальной процентной ставки и государственных расходов при режиме координации с дискреционной политикой. Параметр  $\psi = 0,7$ . Значения остальных параметров указаны в тексте. Сплошная линия показывает решение для стандартной модели с рациональными ожиданиями. Пунктирная линия – решение для аппроксимирующей модели. Точечная линия – решение для  $W$ -модели (модели с наилучшим сценарием). Величина положительного шока спроса равна одному стандартному отклонению

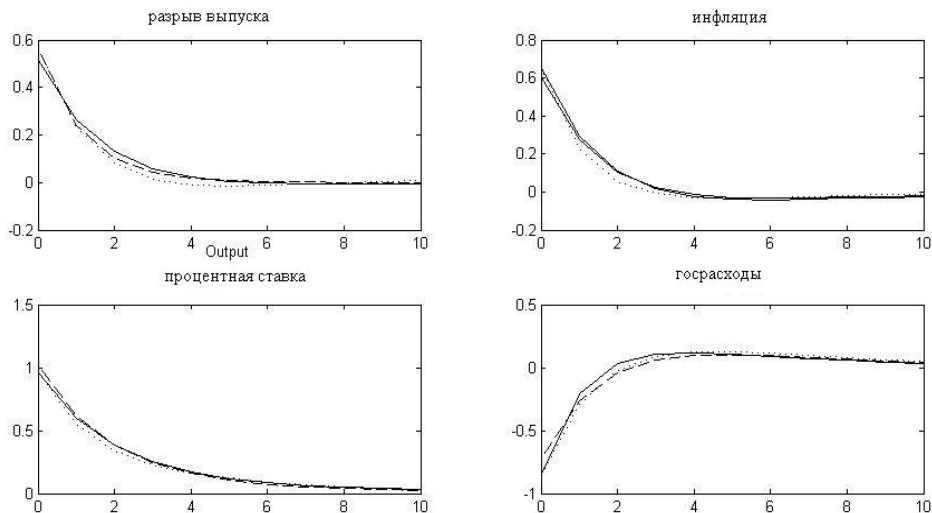


Рис. 8. Функции импульсного отклика на шок спроса для разрыва выпуска, инфляции, номинальной процентной ставки и государственных расходов при режиме координации с дискреционной политикой. Параметр  $\psi = 1,5$ . Значения остальных параметров указаны в тексте. Сплошная линия показывает решение для стандартной модели с рациональными ожиданиями. Пунктирная линия – решение для аппроксимирующей модели. Точечная линия – решение для  $W$ -модели (модели с наилучшим сценарием). Величина положительного шока спроса равна одному стандартному отклонению



имодействие фискальной и монетарной власти для режима дискреционной политики, как и для режима с обязательствами, эффективно лишь при большей переговорной силе Центрального банка. Это справедливо для всех возможных отклонений базовой модели от истинной экономики (характеризуемых параметром  $\theta$ ). Кроме того, следует отметить, что значения функции потерь для режима дискреционной политики намного превышают аналогичные значения для режима с обязательствами (табл. 1).

Интересным фактом является то, что при доминировании правительства в сотрудничестве с Центральным банком при дискреционной политике значения функции потерь для модели с наихудшим сценарием и для аппроксимирующей модели практически не отличаются. При малых значениях вероятности выявления ошибки спецификации (малых значениях параметра  $\theta$ ) значения функции потерь для модели с наихудшим сценарием даже меньше чем

для аппроксимирующей модели. Приведенный факт свидетельствует о том, что с увеличением степени доминирования правительства в сотрудничестве с Центральным банком при дискреционной политике агрессия недоброжелательного агента (вносимые им искажения в стандартную модель) уменьшается. Этот результат отличается от поведения функции потерь для режима с обязательствами и связан с неэффективностью монетарной и фискальной политики при доминировании правительства.

### Заключение

В данной работе представлен анализ устойчивости к неструктурным неопределенностям фискальной и монетарной политики при кооперационном взаимодействии монетарных и фискальных властей. Показано, к каким изменениям устойчивости политики и причинно-следственным связям между переменными могут привести ошибки спецификации моделей.

Таблица 2

Значения функции потерь для модели с наихудшим сценарием и для аппроксимирующей модели при различной вероятности выявления ошибки спецификации и при двух значениях параметра переговорной силы. Режим дискреционной политики.

Шоки инфляционных издержек

| Вероятность выявления ошибки спецификации | Значение функции потерь для модели с наихудшим сценарием | Значение функции потерь для аппроксимирующей модели |
|---|--|---|
| $\psi = 0,7$                              |  |   |
| 0,1605                                    | 1023,16  | 990,48  |
| 0,2360                                    | 946,73   | 920,28  |
| 0,3675                                    | 839,94   | 826,58  |
| 0,4770                                    | 770,31   | 767,93  |
| $\psi = 1,5$                              |  |   |
| 0,0920                                    | 1470,38  | 1497,81   |
| 0,1710                                    | 1336,02  | 1340,11   |
| 0,3175                                    | 1155,14  | 1148,39   |
| 0,4735                                    | 1021,28  | 1019,37   |

С помощью функций импульсного отклика переменных модели на шоки инфляционных издержек и спроса исследовано влияние степени доминирования Центробанка и правительства на устойчивость политики для режима с обязательствами и для дискреционного режима для моделей с наихудшим сценарием и для моделей с устойчивой к неопределенности политики (аппроксимирующие модели). Установлено, что скоординированное взаимодействие фискальной и монетарной власти для режима с обязательствами и для дискреционного режима эффективно лишь при большей переговорной силе Центрального банка. Это справедливо как для модели с наихудшим

сценарием, так и для модели с устойчивой к неопределенности политики. С увеличением степени доминирования правительства в сотрудничестве с Центральным банком при дискреционной политике роль искажений, вносимых в стандартную модель, уменьшается. При режиме с обязательствами и при дискреционной политике искажения, вносимые в стандартную модель при шоках спроса, минимальны, что объясняется различной природой шоков спроса и инфляционных издержек. Полученные результаты могут быть полезными при анализе монетарной и фискальной политики не только в низкоразмерных, но и в крупномасштабных моделях.

### Список использованных источников

1. Hansen L.P., Sargent T.J. Robust control of forward – looking models // *Journal of Monetary Economics*. 2003. Vol. 50. P. 581–604.
2. Hansen L.P., Sargent T.J. Robust permanent income and pricing // *Review of Economic Studies*. 1999. Vol. 60. P. 873–907.
3. Hansen L.P., Sargent T.J. Acknowledging misspecification in macroeconomic theory // *Review of Economic Studies*. 2001. Vol. 4. P. 519–535.
4. Hansen L.P., Sargent T.J. Robust control and model uncertainty in macroeconomics. Stanford University Press, 2002. 363 p.
5. Levine P. Robust monetary policy design for dsge models. Lecture 1. The Basics. University of Surrey and European Central Bank, 2005. 34 p.
6. Levine P. Robust monetary policy design for dsge models. Lecture 2. Structured and unstructured uncertainty. University of Surrey and European Central Bank, 2005. 33 p.
7. Маевский В.В., Харин Ю.С. Робастность регрессионного прогнозирования при наличии функциональных искажений модели // *Автоматика и телемеханика*. 2002. № 11. С. 118–137.
8. Кузнецова О.С. Устойчивая к неопределенности денежно-кредитная политика в монетарном союзе. Препринт WP12/2011/03, серия WP12. М.: ВШЭ, 2011. 40 с.
9. Giordani P., Soderlind P. Solution of macro model with Hansen – Sargentrobust policies: some extensions // *Journal of Economic Dynamics and Control*. 2004. Vol. 28. P. 2367–2397.
10. Clarida R., Gali J., Gertler M. The science of monetary policy: a new Keynesian Perspective // *Journal of Economic Literature*. 1999. Vol. 37. P. 1661–1707.
11. Clarida R., Gali J., Gertler M. Optimal monetary policy in open versus closed economies // *American Economic Review*. 2001. Vol. 91. P. 248–252.

12. Clarida R., Gali J., Gertler M. A simple framework for international monetary policy analysis // *Journal of Monetary Economics*. 2002. Vol. 49. P. 779–904.
13. Kirsanova T., Stehn S., Vines D. The interactions between fiscal and monetary policy // *Oxford Review of Economic Policy*. 2005. Vol. 21, No 4. P. 532–564.
14. Уолш К. Монетарная теория и монетарная политика. М.: Издательский дом «Дело», 2014. 632 с.
15. Woodford M. *Interest and prices*. Princeton: Princeton University Press, 2003. 758 p.
16. Fragetta M., Kirsanova T. Strategic monetary and fiscal policy interaction: an empirical investigation // *European Economic Review*. 2010. Vol. 54, No 7. P. 855–879.
17. Dixit A., Lambertini L. Interactions of commitment and discretion in monetary and fiscal policies // *American Economic Review*. 2003. Vol. 93. P. 1522–1542.
18. Schmitt-Grohe S., Uribe M. Optimal fiscal and monetary policy under imperfect competition // *Journal of Macroeconomics*. 2004. Vol. 26. P. 183–209.
19. Schmitt-Grohe S., Uribe M. Optimal fiscal and monetary policy under sticky prices // *Journal of Economic Theory*. 2004. Vol. 114. P. 198–230.
20. Benigno P., Woodford M. Linear-quadratic approximation of optimal policy problems // *Journal of Economic Theory*. 2012. Vol. 147. P. 1–42.

**Serkov L.A.***Institute of Economics, the Ural Branch of RAS,  
Ekaterinburg, Russia*

## **THE ANALYSIS STEADY TO NOT STRUCTURAL UNCERTAINTYA MONETARY AND FISCAL POLICY AT THEIR COOPERATION INTERACTION**

**Abstract.** The search for a fiscal and monetary policy that is robust to uncertainty and does not lead to negative consequences for any possible distortion specifications of the economic model, is particularly relevant to the development of dynamic models. It is of scientific and practical interest to study the effect of the degree of the dominance of monetary and fiscal authorities over each other on policy stability. In this article, a neo-Keynesian model is used as a case to study the effect of the degree of cooperation between the Central Bank and the government on policy stability. Analysis is performed of robustness to non-structural uncertainties of fiscal and monetary policies with cooperative interaction between the monetary and fiscal authorities for the regime with the obligations and discretionary policy regime. Recommendations are offered for the development of robustness of non-structural policy uncertainties. Economic-mathematical methods and computer simulation methods were used in the study of sustainability issues to the uncertainties of fiscal and monetary policy. It was found that the coordinated interaction of fiscal and monetary authorities to the regime with obligations and discretionary mode is effective only in the case of a greater negotiating power of the Central Bank. This is true for the model with the worst-case scenario, and for models resistant to policy uncertainty. For the regime with obligations, the growing degree dominance of the government leads to distortions in the main response of government spending on inflation shock. With an increasing degree of government dominance in cooperation with the Central Bank under a discretionary policy the role of the distortions introduced by the standard model is reduced. In the case of a policy with commitments and under a discretionary policy the distortions brought to the standard model at a shock of demand, are minimal. It is concluded that the analysis of monetary and fiscal policy in the macroeconomic dynamic models should take into account the obtained results outlined in this paper when developing a policy that is resistant to non-structural uncertainties.

**Key words:** robustness; fiscal and monetary policies; non-structural uncertainty.

### **References**

1. Hansen, L.P., Sargent, T.J. (2003). Robust control of forward – looking models. *Journal of Monetary Economics*, Vol. 50, 581–604.
2. Hansen, L.P., Sargent, T.J. (1999). Robust permanent income and pricing. *Review of Economic Studies*, Vol. 60, 873–907.
3. Hansen, L.P., Sargent, T.J. (2001). Acknowledging misspecification in macroeconomic theory. *Review of Economic Studies*, Vol. 4, 519–535.
4. Hansen, L.P., Sargent, T.J. (2002). *Robust control and model uncertainty in macroeconomics*. Stanford University Press, 363.
5. Levine, P. (2005). *Robust monetary policy design for dsge models*. Lecture 1. The Basics. University of Surrey and European Central Bank, 34.

6. Levine, P. (2005). *Robust monetary policy design for dsge models*. Lecture 2. Structured and unstructured uncertainty. University of Surrey and European Central Bank, 33.
7. Maevskii, V.V., Kharin, Y.S. (2002). Robust Regressive Forecasting under Functional Distortions in a Model. *Automation and Remote Control*. No 11, 118–137.
8. Kuznetsova, O.S. (2011). Ustoichivaia k neopredelennosti denezhno-kreditnaia politika v monetarnom soiuze [A monetary policy that is robust to uncertainty in a currency union]. *Proceedings of the Laboratory of Macroeconomic Analysis*, No 3. Moscow, Higher School of Economics. Advance online publication
9. Giordani, P., Soderlind, P. (2004). Solution of macro model swith Hansen – Sargentrobust policies: some extensions. *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol. 28, 2367–2397.
10. Clarida, R., Gali, J., Gertler, M. (1999). The science of monetary policy: a new Keynesian Perspective. *Journal of Economic Literature*, Vol. 37, 1661–1707.
11. Clarida, R., Gali, J., Gertler, M. (2001). Optimal monetary policy in open versus closed economies. *American Economic Review*, Vol. 91, 248–252.
12. Clarida, R., Gali, J., Gertler, M. (2002). A simple framework for international monetary policy analysis. *Journal of Monetary Economics*, Vol. 49, 779–904.
13. Kirsanova T., Stehn S., Vines, D. (2005). The interactions between fiscal and monetary policy. *Oxford Review of Economic Policy*, Vol. 21, No 4, 532–564.
14. Walsh, C. (2010). *Monetary Theory and Policy*. MIT Press.
15. Woodford, M. (2003). *Interest and prices*. Princeton, Princeton University Press.
16. Fragetta, M., Kirsanova, T. (2010). Strategic monetary and fiscal policy interaction: an empirical investigation. *European Economic Review*, Vol. 54, No 7, 855–879.
17. Dixit, A., Lambertini, L. (2003). Interactions of commitment and discretion in monetary and fiscal policies. *American Economic Review*, Vol. 93, 1522–1542.
18. Schmitt-Grohe, S., Uribe, M. (2004). Optimal fiscal and monetary policy under imperfect competition. *Journal of Macroeconomics*, Vol. 26, 183–209.
19. Schmitt-Grohe, S., Uribe, M. (2004). Optimal fiscal and monetary policy under sticky prices. *Journal of Economic Theory*, Vol. 114, 198–230.
20. Benigno, P., Woodford, M. (2012). Linear-quadratic approximation of optimal policy problems. *Journal of Economic Theory*, Vol. 147, 1–42.

### Information about the author

**Serkov Leonid Aleksandrovich** – Candidate of Physic and Mathematic Sciences, Senior Researcher, Institute of Economics, The Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia (620014, Ekaterinburg, Moskovskaya street, 29); e-mail: dsge2012@mail.ru.